

Eten, een zaak van gewicht

Citation for published version (APA):

Westerterp-Plantenga, M. S. (2006). *Eten, een zaak van gewicht*. Universiteit Maastricht.
<https://doi.org/10.26481/spe.20061124mw>

Document status and date:

Published: 24/11/2006

DOI:

[10.26481/spe.20061124mw](https://doi.org/10.26481/spe.20061124mw)

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

Eten, een zaak van gewicht

Colofon

Basisontwerp en realisatie: Océ Business Services, Universiteit Maastricht.

Illustratie omslag: Eric Carle, uit het boek Rupsje Nooitgenoeg

ISBN-10: 90-5681-250-5

ISBN-13: 978-90-5681-250-8

NUR 882

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteur of uitgever.

Eten, een zaak van gewicht

Rede

Uitgesproken bij de aanvaarding van
het Ambt van bijzonder hoogleraar
Voedselinname-regulatie bij de mens aan
de Faculteit der Gezondheidswetenschappen
van de Universiteit Maastricht

op vrijdag 24 november 2006

door

Dr. Margriet S. Westerterp-Plantenga



Universiteit Maastricht

30 YEARS OF INTERNATIONAL QUALITY

Mijnheer de Rector Magnificus, geachte toehoorders,

Inleiding

Eten is een vorm van gedrag, die evenals het meeste gedrag oorzaak, ontwikkeling, functie, en evolutie kent. De oorzaak van dit gedrag wordt gevormd door fysiologische mechanismen die informatie van buiten en vanuit het lichaam verwerken, en in gedrag tot uiting brengen. De genetische achtergrond van het individu, als ook ontwikkelingen in de loop van ieders leven, bijvoorbeeld door middel van leerprocessen, spelen hierbij een rol.

De functie van dit gedrag houdt verband met de vraag naar de overlevingswaarde ervan. Waarop meteen de vraag volgt: op welke wijze heeft het gedrag in de loop van de evolutie zijn vorm gekregen?

De voedselinname-regulatie bij de mens beweegt zich op het terrein van oorzaak, ontwikkeling, functie en evolutie van het voedselinname gedrag, of wel het eten.

Oorzaak van gedrag

Het zien, ruiken en proeven van voedsel draagt bij aan de beslissing van het individu of deze daadwerkelijk zal gaan eten of niet. Toetsing aan de energiebehoefte is de volgende stap. Deze toetsing vindt plaats via de noemer van honger en verzadiging (1). Aan hongergevoelens, zoals die in de hersenen tot uiting komen, dragen bepaalde signalen uit het lichaam bij zoals de concentratie van glucose en van hormonen in het bloed, en het signaal van de rekceptoren in de maag (2). Zo leidt een dip in de glucose-concentratie en een piek in de concentratie van het hormoon ghreline meestal tot voedselinname (3, 4). Aan verzadigingsgevoelens dragen in eerste instantie het ruiken en proeven van het voedsel bij. Het proeven zonder te eten geeft een kortdurend verzadigend effect en heeft effect op de stofwisseling (5). Vervolgens leidt voedselinname tot verhoogde concentraties van glucose en van hormonen zoals insuline, glucagon-like peptide-1, polypeptide-Y en cholecystokinine in het bloed (2, 6, 7). Dergelijke hormonen worden geproduceerd in het maag-darmkanaal, tijdens en na het eten. Het voedsel wordt verder verwerkt, en met behulp van zuurstof geoxideerd, waarbij met name vanuit de lever opnieuw verzadigingssignalen naar de hersenen gaan (8, 9). Honger- en verzadigingssignalen zijn echter niet alleen bepalend voor de voedselinname-regulatie. Ook de belonende waarde van de voedselinname speelt een belangrijke rol; daar kom ik later op terug.

Ontwikkeling van gedrag

Naast toetsing aan de lichamelijke conditie die de energetische homeostase weergeeft, wordt de beslissing: wel of niet eten getoetst aan ervaringen. Ervaringen met de smaak, kwaliteit en energiedichtheid van het aangeboden voedsel verstrekken een inschatting van het verwachte verzadigende en belonende effect van het voedsel (1).

Dan speelt de situatie een rol: is tijd en plaats van toepassing, is eten op dat moment emotioneel gezien van toepassing?

Modulerende effecten

Effecten van het dag-nacht ritme, de omgevingstemperatuur, de lichamelijke activiteit, en bijvoorbeeld verblijf op grote hoogte moduleren de reactie van het individu op het voedselaanbod (1, 10-15).

Integratie

Integratie van oorzaak, ontwikkeling en modulatie van gedrag leidt in een flits van een seconde tot de beslissing om motor-zenuwcellen te activeren of niet en aldus start of stopt de voedsel-inname en selectie. Dit is een zich herhalend proces, dat meestal onbewust verloopt en in gewoontevorming resulteert (1). Onderzoek aan oorzaak, ontwikkeling en modulatie van voedselinname gedrag geeft inzicht in de mogelijkheden om dit gedrag desgewenst te beïnvloeden.

Intermezzo 1: Ontwikkeling van gedrag

Verschillende voedingsstoffen blijken een verschillend verzadigend effect te hebben. Alcohol is het minst verzadigend per kilojoule; dan volgen respectievelijk vet, koolhydraat en eiwit (16, 17). Alcohol is het minst verzadigend; het stimuleert in feite de voedselinname. Tot nu toe is het verschijnsel dat men zich na alcohol consumptie licht in het hoofd voelt de enige samenhang die aangetoond is met de geringe verzadiging; de beheersing van de voedselinname is verminderd en men probeert dat lichte gevoel als het ware 'weg te eten' (16).

De geringe verzadiging van vet per kilojoule wordt gedeeltelijk veroorzaakt door de hoge energiedichtheid; het levert per gram twee keer zoveel energie als koolhydraat of eiwit. Een andere oorzaak is de aantrekkelijkheid van vette voeding; vet gecombineerd met zoet of hartig wordt door de meeste mensen als lekker ervaren. Vet vormt een coating in de

mond die de smaak van de andere maaltijd-componenten verzacht. Ook vet blijkt in eerste instantie de voedselinname te stimuleren in plaats van te remmen, mede doordat het traag wordt verteerd, en als laatste van de macronutrienten wordt geoxideerd. Met name bij de vetoxidatie worden opnieuw verzadigingssignalen naar de hersenen gezonden. Echter bij de vetinname komt dit vaak als mosterd na de maaltijd; doordat de verzadigingssignalen zo laat na een maaltijd optreden is er vaak al weer iets geconsumeerd voordat ze benut kunnen worden (3, 8, 9, 18, 19).

Koolhydraat geeft snel een verzadigingssignaal. Maar ook ontstaat snel weer honger (3). Eiwit ten slotte is het meest verzadigend (17).

De zogenoemde verzadigingshormonen reageren specifiek op deze voedingsstoffen: zo is na een koolhydraat- of eiwitrijke maaltijd de GLP-1 concentratie vooral verhoogd, terwijl na een vetrijke maaltijd de cholecystokinine concentratie vooral verhoogd is (2, 4-6). Ervaring met verschillende voedingsmiddelen leert dat men het specifieke verzadigende effect van een voedingsmiddel kan inschatten.

Ontwikkeling van gedrag: inschatten van de energie-dichtheid

Doordat verschillende voedingsstoffen een verschillende energiedichtheid, dwz een verschillend aantal kilojoules per gram hebben, hangt de energie die men binnen krijgt af van het soort voedsel dat men eet (20). En die energie, daar gaat het om, gezien de uiteindelijke balans. Een maaltijd bestaat meestal uit een mengsel van koolhydraat, eiwit en vet, en heeft daardoor een specifieke energiedichtheid. Individuele inschatting daarvan is van belang om de grootte van de portie die men opschept en meestal ook opeet, te kunnen bepalen.

Uit een onderzoek bij vrouwen bleek dat zij die een normaal gewicht hebben grote porties eten van laag energiedicht voedsel, zoals groente en fruit, middelmatige porties van middelmatig energiedicht voedsel, zoals brood, aardappelen, rijst, pasta, en kleine porties van zeer energiedicht voedsel, zoals pizza, cake, kaas, chocola, evenals de richtlijnen aangeven (20-22). Vrouwen met overgewicht daarentegen nemen naast middelmatige porties van middelmatig energiedicht voedsel, kleinere porties van laag energiedicht voedsel en grotere porties van hoog energiedicht voedsel. Dit is voor hen een manier om op overgewicht te blijven: daartoe moet een aanzienlijke hoeveelheid energie per dag worden geconsumeerd (20-22).

Dat inschatting van energiedichtheid succesvol wordt aangeleerd blijkt uit cultureel bepaalde, geciviliseerde standaard portiegroottes, die men ook in recepten aantreft. Gaat men uit eten, en wordt men

geconfronteerd met een onbekend recept, dan wordt het inschatten van de energiedichtheid lastiger; in dit opzicht lijdt het geen twijfel dat 'nouvelle cuisine' de voorkeur heeft boven amerikanisering.

Binnen een maaltijd bereid volgens onbekend recept blijkt de beslissing om te stoppen met eten afgeleid te worden uit het gewicht dat men gegeten heeft met als gevolg hoe groter de energiedichtheid, hoe meer energie men binnen krijgt (23).

Op lange termijn blijkt men hiervoor inderdaad via portiegrootte te corrigeren. Onderzoek wees uit dat zogeheten ongeremde eters, dwz zij die onbewust eten wat ze willen eten, corrigeren voor te lage energiedichtheden; zij gaan van een laag energiedicht menu na verloop van tijd meer eten, waardoor zij op gewicht blijven. Geremde eters, dwz zij die bewust eten wat ze zichzelf toestaan, corrigeren voor hoge energiedichtheden: na verloop van enige tijd eten ze minder van een energiedicht menu, en blijven ook in dergelijke overgewicht-bevorderende omstandigheden op gewicht (24).

Ontwikkeling van gedrag: maaltijdfrequentie

Naast de hoeveelheid die men tijdens de maaltijd eet, speelt de maaltijdfrequentie een rol. Bij jonge gezonde slanke mannen is aangetoond dat zij hun energieinname nauwkeurig kunnen koppelen aan hun energiegebruik door middel van frequente consumptie van koolhydraatrijke, vetarme maaltijden. Zij maken gebruik van de snelle afwisseling tussen verzadiging en honger die deze maaltijden kenmerken, en voldoen aan hun energiebehoefte door middel van consumptie van veel kleine eenheden. Dit in tegenstelling tot de afstemming die niet bereikt wordt wanneer zij slechts twee vetrijke maaltijden nuttigen; dit blijkt gemakkelijk tot overeten te leiden (18, 19).

Intermezzo 2: Modulerende factoren

Een voorbeeld van een modulerend effect vanuit de omgeving is dat men bij een lage omgevingstemperatuur gaat overeten (10, 12). Niet slechts om aan de circa 10% grotere energiebehoefte te voldoen, maar men overeet met wel 40%. Daarmee blijkt men een daling van de kerntemperatuur te voorkomen. Hoe meer men overeet, des te meer het energiegebruik stijgt, des te minder de kerntemperatuur daalt. Het aldus voorkomen van daling van de kerntemperatuur bleek direct verband te houden met het door het individu waargenomen comfort van de omgeving (10, 12).

Omgekeerd blijkt men bij een hogere temperatuur te weinig te gaan eten, niet slechts om aan de met 10% afgenomen energiebehoefte te

voldoen, maar men eet wel 20% te weinig. Men blijkt daarmee de stijging van de kerntemperatuur te kunnen voorkomen (10, 11). Hoe minder men eet, des te meer het energiegebruik daalt, des te minder de kerntemperatuur stijgt, hetgeen eveneens in direct verband staat met het door het individu waargenomen comfort (10, 11).

Een andere modulerende factor is grote hoogte; boven de 3000-5000 meter ontstaat gebrek aan eetlust. Een experiment waarin door middel van hypobare hypoxie de omstandigheden waaronder de Mt Everest beklommen wordt gesimuleerd werd, toonde aan dat zonder dat er sprake was van hoogteziekte of grote inspanning, de voedselinname spontaan vermindert (15). Onze hypothese is dat hier zuurstofgebrek een rol speelt. Het eten verhoogt het zogeheten dieetgeïnduceerde energiegebruik, waardoor de zuurstofconsumptie is verhoogd. In zuurstofarme omstandigheden ontstaat dan snel een benauwd gevoel, dat aangeeft dat men niet meer tot eten in staat is en door het individu vertaald wordt in een gevoel van verzadiging. Bij toenemende hoogte werd het gebrek aan eetlust zo sterk dat daaruit volledig het gebruikelijke gewichtsverlies tijdens expedities, nl 5 kg in 5 weken, verklaard kon worden. Overigens was dit verloren gewicht door de proefpersonen: jonge, slanke mannen, snel weer herwonnen bij terugkeer naar wat zuurstofgehalte en luchtdruk betreft normale omstandigheden (15).

Integratie

Zoals gezegd, de integratie van oorzaak, ontwikkeling en modulatie van gedrag is een zich herhalend proces, dat meestal onbewust verloopt en in gewoontevorming resulteert (1).

Functie van de voedselinname

Eten om te leven

Voedselinname heeft in de eerste plaats overlevingswaarde; men eet om te leven. Ten dele om zichzelf te handhaven: brood en wijn wordt vlees en bloed. Ten dele om met de energie die het voedsel verschaft de levensprocessen te onderhouden: de basale processen, de vertering van het voedsel, en lichamelijke activiteit.

Het energiegebruik dat deze processen vergt zet de toon voor de energie-inname; deze zorgt voor afstemming en harmonie (25).

De energiebalans, de balans tussen inname en uitgifte van energie weerspiegelt deze harmonie. De energiebalans handhaaft zich niet van

uur tot uur: men eet vooral anticiperend, om de uitgaven van het volgende interval te kunnen overbruggen. Ook is er geen balans van dag tot dag: de mogelijkheid om bij een positieve balans de tegoeden op te slaan als reserves in de vorm van vet, om deze bij een negatieve balans weer te mobiliseren, wordt dagelijks benut. Binnen een week is men in energiebalans, en dit weerspiegelt zich in een stabiel lichaamsgewicht met geringe, vooral aan lichamelijke activiteit gebonden seizoensschommelingen (13).

Eten om te leven streeft naar energetische efficiëntie. Hierbij dient het lichaamsgewicht minimaal op een bepaald niveau gehouden te worden, een niveau waarop het individu in een goede conditie is, en evolutionair gezien, een niveau waarop het individu in staat is om zich voort te planten, immers bij een te laag of te hoog lichaamsgewicht neemt de vruchtbaarheid af.

Een voorbeeld van deze energetische efficiëntie is de combinatie van eetgedrag en fysieke activiteit, zoals deze nog niet zolang geleden bij Eskimo's tijdens de winters gebruikelijk was. Zij aten juist genoeg, verlaagden hun lichaamsgewicht vrijwel anticiperend, en verlaagden hun fysieke activiteit. Door verlaging van hun energiegebruik via beperking van de fysieke activiteit en verlaging van het gewicht, konden ze met weinig voedsel toe: een overlevingsstrategie voor barre tijden (26). De zogeheten geredde eters passen tevens deze strategie toe: door een cognitief bepaalde lage voedselinname en een laag energiegebruik handhaven zij hun lichaamsgewicht op het gewenste niveau (27). Een overlevingsstrategie voor de huidige barre tijden van fast food en soft drinks.

Leven om te eten

Voedselinname kent ook een andere functie, een belonende functie: men leeft om te eten. Men eet graag lekker voedsel, en een ervaring met de hedonische en belonende waarde van het voedsel speelt een belangrijke rol in de voedselinname. Hier geldt dat naast prikkeling van honger- en verzadigingscentra in de hypothalamus en hersenstam, beloningscentra in de frontale hersenschors worden geprikkeld. Een niet-homeostatisch regulatie mechanisme in interactie met de eerder aangeduide homeostatische regulatie mechanismen. Alleen honger- en verzadigingssignalen blijken niet bepalend te zijn voor de voedselinname; deze kunnen worden overheerst door andere belonende signalen (1). Overheersing van het hongersignaal door een hoger, meer belonend doel treffen we aan bij de politieke hongerstaker; overheersing van het

verzadigingssignaal bij het ondanks de verzadigde toestand nuttigen van het chocolaadjie na de maaltijd, het ijsje in het park, het taartje op de verjaardag, en bij het niet ongehinderd een notenbar, oliebolleakraam, of frietentent kunnen passeren. De belonende waarde van het voedsel die de verzadigingssignalen overheerst blijkt in het bijzonder van belang te zijn bij individuen die lijden aan stress. Zij zijn gevangen in een vicieuze cirkel bestaande uit het overeten van belonende voedingsmiddelen, die in feite de stress blijken te verhogen.

Tevens zijn deze belonende functies van toepassing in de communicatie met behulp van voedsel en drank: men nodigt elkaar uit voor de koffie, de lunch, de thee, een receptie, of een diner. Bij gebeurtenissen van levensbelang zoals geboorte, huwelijk en begrafenis krijgen bepaalde soorten voedsel zelfs een symbolische betekenis.

Ten slotte wordt in het dagelijkse leven onbewust rekening gehouden met deze belonende waarde; om verveling te voorkomen, bereidt men de welbekende gevarieerde maaltijden, waarmee de aanbevelingen in de vorm van kwaliteit en kwantiteit, zoals de verhoudingen tussen koolhydraten, vetten en eiwitten, voldoende vitaminen en mineralen, sporen.

Supernormale prikkels die zoals bekend uit de biologie bepaald gedrag stimuleren, worden ook hier gebruikt: in de keuken en in de voedseltechnologie accentueert men kleur, vorm, geur, smaak en textuur.

Evolutie van gedrag

De aldus geschetste overlevingswaarde van de voedselinname op korte termijn, nl handhaving van de energiebalans op een niveau dat een gezonde conditie waarborgt, en het verschaffen van voldoende belonende waarde, draagt bij aan de evolutionaire functie van de voedselinname op lange termijn. Een gezonde conditie van het individu is voorwaarde voor voortplanting, het doorgeven van de genen aan de volgende generatie.

Echter, het effect van de lichaamsgewicht-regulatie en de daarvan afgeleide voedselinname-regulatie is dat deze evolutionair gezien afgestemd is op tijden en plaatsen waarbij overleving en voortplanting niet vanzelfsprekend zijn. Zo zal selectie hebben plaatsgevonden op genotypen die bijdragen aan het fenotype, de uiterlijke verschijningsvorm, dat in staat is tot een grote energetische efficiëntie: veel voedsel binnenhalen, opslaan als onderhuids vet, en weinig uitgeven. Momenteel wordt gesuggereerd dat er in deze zin ongeveer 22 genen bekend zijn die de basis vormen voor deze efficiëntie. Genen die het individu in staat

stellen tot overeten, sedentair gedrag, vetopslag, een geringe vetoxidatie en zuinigheid (28). In dit verband wordt altijd gedacht aan het directe effect van hongersnood op de levensvatbaarheid van het individu; echter bij nader inzien lijkt niet alleen de sterfte de levensvatbaarheid van de populatie negatief te beïnvloeden, maar vooral het gebrek aan geboorten. Zo blijkt het seizoenseffect van de oogst in Gambia en Bangladesh, bepaald door de afwisseling van natte en droge perioden primair gerelateerd te zijn aan het geboorte-cijfer, in plaats van aan het sterfte-cijfer. Dit geeft aan dat niet alleen eigenschappen van toepassing in tijden van overvloed, maar ook eigenschappen als het in slechte voedselomstandigheden nog het initiatief hebben tot emigreren, zoals bijvoorbeeld ten tijde van de Ierse hongersnood na de mislukte aardappeloogst, en zich te kunnen voortplanten, geselecteerd zouden kunnen zijn (29).

Een vorm van existensialisme, evenals het werk van Giacometti (30)?

Confrontatie van evolutie met de westerse welvaartsmaatschappij

Confrontatie van de genotypen die overeten, sedentair gedrag, vetopslag en zuinigheid faciliteren met de huidige westerse welvaartsmaatschappij vormt momenteel een bedreiging voor de gezondheid. Selectie op efficiëntie doet zich gelden in de vorm van bovenmatige vetopslag. Enerzijds ongewenst, vanwege ongezonde bijverschijnselen, zoals daarmee gepaard gaande ziekten bijvoorbeeld diabetes mellitus type 2, en hart- en vaatziekten. (31). Anderzijds een vervorming die de werkelijkheid tot kunst maakt, en weelde en levensvreugd symboliseert, zoals Botero verbeeldt (30). Oorzaken van bovenmatige vetopslag zijn zoals aangeduid gedeeltelijk genetisch bepaald, en liggen ten dele in het streven naar deze weelde, levensvreugd en welvaart, weliswaar in een stressvolle omgeving. Op een evolutionaire tijdschaal is het verschijnsel obesitas als reactie op de westerse welvaartsmaatschappij nog zeer recent, en er zijn meer generaties nodig om te kunnen waarnemen of selectie eventueel ook een andere kant op gaat. Wanneer er voldoende genetische variatie aanwezig is in de uitgangspopulatie is dat niet onmogelijk.

Dit is onlangs waargenomen bij een rups van de vlinder *Plutella xylostella* die in acht generaties zodanig aangepast bleek te zijn aan een overmatig koolhydraatrijk dieet, dat deze minder vetreserves bleek aan te maken. De populatie rupsen die op de zetmeelrijke mutant van de zandraket (*Arabidopsis*) was gezet was na acht generaties zodanig van samenstelling veranderd, dat rupsen wier voorouders waren opgegroeid op zetmeelrijke planten minder koolhydraten als vet opsloegen dan hun

tot dan toe normale soortgenoten. Rupsen met een aanleg om dik te worden waren blijkbaar uit de populatie geselecteerd. De onderzoekers concludeerden dat de aanmaak van vetreserves kennelijk ten koste was gegaan van de kans op nakomelingen (32).

Maar tot nu toe blijkt uit de toename in overgewicht en vetzucht in onze westerse welvaartsmaatschappij, dat overdaad nog steeds schaadst.

Bedreiging van de gezondheid: overgewicht en obesitas

Preventie en behandeling van overgewicht respectievelijk obesitas is dweilen met de kraan open. Gezocht wordt naar energetische inefficiëntie, in een omgeving die energetische efficiëntie bevordert.

Er is dus behoefte aan een toverpil. En die is er wel, als men accepteert dat men gefopt wordt. De basis hiervan is 'de nieuwe kleren van de keizer', of wel: niets is wat het lijkt, dat wil zeggen niets beantwoordt meer aan de associaties die men oorspronkelijk heeft gelegd. Het streven is dat men comfortabel in een negatieve energiebalans verkeert.

Men streeft naar verzadiging, of onderdrukking van hongergevoelens, hoewel men energetisch gezien 'niets' of te weinig eet (33, 34). Dit wordt gedaan door bijvoorbeeld vezel, dat energetisch gezien niets inhoudt aan de voeding toe te voegen (33), of een zeer eiwitrijke voeding te kiezen waardoor men zo verzadigd raakt, dat men spontaan minder gaat eten om de verzadiging op het gebruikelijke comfortabele peil te houden (34).

Wanneer men in deze situaties in een negatieve energiebalans raakt, ontstaat een lichamelijke bezuinigingsreactie, die onderdeel is van het gebruikelijke efficiëntie proces. De energiestofwisseling daalt; de energieuitgifte vermindert, de balans wordt minder negatief. Dit moet dus worden voorkomen, anders spannen we het paard achter de wagen.

Dit kan theoretisch worden voorkomen door gelijktijdig met de consumptie van het energetisch niets of te weinig de energiestofwisseling te stimuleren, bijvoorbeeld door zogeheten thermogene voeding: rode peper, cafeïne, groene thee, of veel eiwit te nuttigen (35-39).

Wanneer men gewicht verliest, verliest men ongeveer 2/3 tot 3/4 aan vetmassa en 1/3 tot 1/4 aan vetvrije massa. Omdat vooral de vetvrije massa, dwz de spieren en organen het energiegebruik bepalen, is deze massa van belang bij het streven naar het op peil houden van de energieuitgifte. Ook daaraan kan een eiwitrijke voeding bijdragen (17, 35-42).

Bij voorkeur wordt bevordering van al deze factoren: verzadiging, energiegebruik, behoud van vetvrije massa gecombineerd in een enkel

voedingsmiddel met zogeheten multifactoriele eigenschappen zoals bijvoorbeeld eiwit.

Onderzoek toonde aan dat wanneer men tijdens het afvallen, en tijdens de gewichtsbehoud periode daarna de absolute hoeveelheid eiwit (dus het aantal grammen) in het menu constant houdt, terwijl men tijdens het afvallen bijvoorbeeld slechts 35% van de oorspronkelijke energiebehoefte consumeert en tijdens het gewichtsbehoud daarna slechts 70%, men de verzadigingsgevoelens vrijwel op het oorspronkelijke niveau kan houden (17, 34, 40-42), als ook de vetvrije lichaamsmassa en het daaraan gerelateerde energiegebruik. Relatief gezien is dit een hoog-eiwit dieet (het eiwit percentage kan 20-30% bedragen), maar dit is relatief omdat de totale energie-inname verlaagd is (42); absoluut gezien is het niet anders dan het handhaven van de oorspronkelijke eiwitinname in negatieve energiebalans.

De huidige farmacologische benadering zoekt het in middelen die de vet-absorptie verminderen, of die de beloning van voedselinname verminderen, waardoor de neiging tot overeten verminderd zou kunnen worden (43, 44). Het eens zo veelbelovende leptine heeft vooral de wetenschap gediend, onder andere zichtbaar aan het door deze Universiteit dit jaar uitgereikte ere-doctoraat aan Jeffrey Friedman, een van de ontdekkers van leptine, maar heeft de overgewichtigen niet bereikt (45, 46).

Voorwaarde voor de werking van een toverpil is dat de betovering niet wordt verbroken; de toverpil werkt bijvoorbeeld niet wanneer men het recept in positieve energiebalans in plaats van in negatieve energiebalans toepast.

Maar hoe loopt het sprookje af? Hoe realistisch zijn deze theorieën?

Recent onderzoek aan deze Universiteit, uitgevoerd door Neeltje Vogels, naar gewichtsbehoud na gewichtsverlies mbv diverse op wetenschappelijk onderzoek berustende adviezen, wijst uit dat steeds ongeveer 15-20% van de individuen het verkregen gewicht behoudt. Niet zozeer vanwege deze adviezen, maar dankzij een geschikte genetische achtergrond van deze ten slotte succesvolle individuen, en het vermogen om tijdens het afvallen en behouden van het verkregen gewicht vetvrije massa te sparen en het verbreken van een zelf-opgelegd dieet te voorkomen (47, 48). Zowel gedrag, fysiologie, als een genetische achtergrond droegen hier gaan bij. Verder onderzoek aan dergelijke interacties is nodig.

De eiwit-hypothese lijkt veelbelovend vanwege de multifactoriele functie die deze impliceert. Verder onderzoek is nodig naar welke eiwitten of componenten daarvan specifiek aan de effecten bijdragen, en naar hoe de verzadiging, energiestofwisseling, eiwitstofwisseling en lichaamssamenstelling samenhangen, in negatieve energiebalans, maar ook wanneer deze positief dreigt te worden. Hieraan wordt door Manuela Lejeune, Natalie Luscombe, Kristel Diepvens, Astrid Smeets, Stijn Soenen, Margriet Veldhorst, Ananda Waelen, Anneke van Vught en Maartje Spetter gewerkt, voor een groot deel als samenwerking binnen het Wageningen Centre of Food Sciences/Top Institute Food and Nutrition.

Theoretisch gezien is thermogene voeding het meest sprookjesachtig. Beproeving van het realiteitgehalte daarvan, waar Kristel Diepvens, Astrid Smeets en Manuela Lejeune mee bezig zijn, behoeft meer onderzoek.

Onderzoek naar preventie en behandeling van de stress-gerelateerde vorm van overgewicht, en hier gaat het met name om de risicovolle appelvorm, staat nog in de kinderschoenen. De draagwijdte van het belonende effect van de voedselinname wordt wellicht onderschat.

Onderzoek hieraan is gestart door Femke Rutters, onder begeleiding van Arie Nieuwenhuizen, terwijl de samenwerking met psychologie en nucleaire geneeskunde zich begint af te tekenen. Ook dit onderzoek zal in de vorm van een samenwerking binnen het Wageningen Centre of Food Sciences/Top Institute Food and Nutrition verder ontwikkeld worden, door Andrea Sekulovic en Sofie Lemmens.

Kortom, zolang mensen niet als rupsen zijn, en confrontatie van genotype, fysiologie en gedrag met de westerse welvaartsmaatschappij tot een vervorming leidt die de werkelijkheid tot kunst maakt, is eten een zaak van gewicht.

Dankwoord

Aan het einde van deze rede gekomen wil ik graag U allen bedanken voor Uw belangstelling en aanwezigheid. Met name wil ik noemen

de Stichting Wetenschapsbeoefening Universiteit Maastricht, die mijn bijzonder hoogleraarschap mogelijk maakte, op voordracht van het College van Bestuur en het Bestuur van de Faculteit der Gezondheidswetenschappen van de Universiteit Maastricht;

mijn promotoren, wijlen Professor dr Foppe Ten Hoor, en Professor dr Anton Steffens van de Rijks Universiteit Groningen. Foppe Ten Hoor verleende mij gastvrijheid aan de Universiteit Maastricht om destijds vanuit de Open Universiteit hier mijn onderzoekslijn Voedselinname-regulatie bij de mens op te zetten. Anton Steffens waarborgde mijn contacten met de Rijks Universiteit Groningen, en introduceerde mij in het internationale platform van Voedselinname-regulatie onderzoek, waar ik nog dagelijks van profiteer;

de capaciteitsgroep Humane Biologie, het onderzoeksinstituut NUTRIM, de Faculteitsbesturen der Gezondheidswetenschappen en Geneeskunde, binnenkort de Faculty of Health, Medicine and Life Sciences, en het onderzoeksplatform, die mij een omgeving van zowel de serieuze als de vrolijke kant van de wetenschap bieden;

de promovendi uit het verleden, en de post-docs, dr. Wilrike Pasman, dr. Chris Hukshorn, dr. Eva Kovacs, dr. Marleen Kamphuis, dr. Tanja Adam, dr. Manuela Lejeune, dr. Neeltje Vogels, dr. Kathleen Melanson, dr. Bert Benthem, dr. Natalie Luscombe, die aan inhoud en variatie in de onderzoekslijn hebben bijgedragen;

de huidige promovendi Kristel Diepvens, Astrid Smeets, Stijn Soenen, Margriet Veldhorst, Ananda Waelen, Femke Rutters, Anneke van Vught, Rianne Ruijschop, Andrea Sekulovic, om wie het nu draait;

de technische, administratieve of analytische ondersteuning van Paul Schoffelen, Loek Wouters, Claudia Pachen, Wendy Sluijsmans, Joan Senden, Jos Stegen, Freek Bouwman, Maartje Spetter en Sofie Lemmens, zonder wie onze proeven niet mogelijk zouden zijn;

collega's, prof. dr. Klaas Westerterp, dr. Arie Nieuwenhuizen, prof. dr. Ronald Mensink, prof. dr. Edwin Mariman, prof. dr. Wim Saris, prof. dr. Robert-Jan Brummer, die onderzoek of onderwijs delen en vrijken;

het Wageningen Centre of Food Sciences/Top Institute of Food and Nutrition, dat unieke onderzoeksmogelijkheden biedt;

mijn ouders, onze familie en vrienden, die vaak van veraf belangstellend meeleeften en dat voor zover mogelijk nog steeds doen;

Klaas, Arjen en Marit, die waar dan ook, er altijd zijn.

Ik heb gezegd.

Referenties

- Berthoud HR. Mind versus metabolism in the control of food intake and energy balance. *Physiol Behav.* 81(5):781-93, 2004.
- Kissileff HR, Carretta JC, Geliebter A, Pi-Sunyer FX. Cholecystokinin and stomach distension combine to reduce food intake in humans. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 285(5):R992-8, 2003.
- Melanson KJ, Westerterp-Plantenga MS, Saris WHM, Campfield, LA. Blood glucose patterns and appetite in time-blinded humans: Carbohydrate versus fat. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 277:R337-45, 1999.
- Cummings, DE. Ghrelin and the short- and long-term regulation of appetite and body weight. *Physiol Behav.* 30:89(1):71-84, 2006.
- Smeets AJPC, Westerterp-Plantenga MS. Oral perception of fat and metabolic effects. *Br J Nutr.* Satiety and substrate mobilization after oral fat stimulation. *Br J Nutr.* 95(4):795-801, 2006.
- Adam TCM, Westerterp-Plantenga MS, GLP-1 release and satiety after a nutrient challenge in normal-weight and obese subjects. *Br J Nutr.* 93:845-51, 2005.
- Batterham RL, Cohen MA, Ellis SM, Le Roux CW, Withers DJ, Frost GS, Ghatge MA, Bloom SR. Inhibition of food intake in obese subjects by peptide YY3-36. *N Engl J Med.* 349(10):941-8, 2003.
- Hinderling VB, Schrauwen P, Langhans W, Westerterp-Plantenga MS. The effect of Etomoxir on 24h substrate oxidation and satiety in humans. *Am J Clin Nutr.* 76:141-7, 2002.
- Kamphuis MMJW, Mela DM, Westerterp-Plantenga MS. Diacylglycerols affect substrate oxidation and appetite in humans. *Am J Clin Nutr.* 77: 1133-9, 2003.
- Westerterp-Plantenga MS, van Marken Lichtenbelt WD, Schrauwen P. Core-skin temperature gradient in humans related to non-shivering thermogenesis 3. *J Thermal Biology* 26:467-72, 2001.
- Westerterp-Plantenga MS, van Marken Lichtenbelt WD, Cilissen C, Top S. Energy metabolism in women during short exposure to an elevated ambient temperature. *Physiol Behav.* 75:227-35, 2002.
- Westerterp-Plantenga MS, van Marken Lichtenbelt WD, Strobbe H, Schrauwen P. Energy metabolism in humans at a lowered ambient temperature. *Eur J Clin Nutr* 56, 288-96, 2002.
- Plasqui G, Westerterp KR. Seasonal variation in total energy expenditure and physical activity in Dutch young adults. *Obes Res.* 12(4):688-94, 2004.
- Westerterp KR. Energy and water balance at high altitude. *News Physiol Sci.* 16:134-7, 2001.
- Westerterp-Plantenga MS, Westerterp KR, Rubbens M, Verwegen CRT, Richalet JP, Gardette B. Appetite at 'high altitude'; operation Everest-Comex: a simulated ascent of the Mt. Everest. *J Appl Physiol.* 87 (1): 391-9, 1999.
- Westerterp-Plantenga MS, Verwegen CRT. The appetizing effect of an alcohol aperitif in overweight and normal weight humans. *Am J Clin Nutr.* 69:205-12, 1999.

17. Westerterp-Plantenga MS, Lejeune, MPM, Nijs, I, van Ooijen, M, Kovacs EMR. High protein intake sustains weight maintenance after weight loss in humans. *Int J Obes Relat Metab Disord* 28:57-64, 2004.
18. Westerterp-Plantenga MS, Kovacs EMR, Melanson KJ. Habitual meal frequency related to blood glucose pattern, macronutrient-composition and energy intake regulation in time-blinded men. *Int J Obes. Relat Metab Disord.* 26: 102-10, 2002.
19. Westerterp-Plantenga MS, Goris AHC, Meijer E, Westerterp KR, Habitual meal frequency in relation to resting and activity-induced energy expenditure in human subjects: the role of fat-free mass. *Br J Nutr.* 90:643-49, 2003.
20. Westerterp-Plantenga MS. Analysis of energy density of food in relation to energy intake regulation in human subjects. *Br J Nutr* 85:351-61, 2001.
21. Westerterp-Plantenga MS. Modulatory factors in the effect of energy density on energy intake. *Br J Nutr* 92: 535-9, 2004.
22. Westerterp-Plantenga MS. Effects of energy density of daily food intake on long-term energy intake *Physiol Behav* 81:749-55, 2004.
23. Westerterp-Plantenga MS. Eating behaviour in humans, characterized by cumulative food intake curves – a review. *Neurosc Biobehav Rev.* 24:239-48, 2000.
24. Westerterp-Plantenga MS, Wijckmans-Duijsens NEG, Verboeket-van de Venne WPG, de Graaf K, van het Hof KH, Weststrate JA. Energy intake and body weight effects of six months reduced or full fat diets, as a function of dietary restraint. *Int J Obes Rel Metab Disord.* 22: 14-22, 1998.
25. Westerterp-Plantenga MS. Food Intake, Metabolism and Obesity in Humans. In: The control of food and fluid intake in health and disease. Eds: M J G Farthing, D Mahalanabis. Nestle Nutrition Workshop series, 51, 195-221, 2003.
26. Polivy J, Herman CP. An evolutionary perspective on dieting. *Appetite* 47(1):30-5, 2006.
27. Tuschl RJ, Platte P, Laessle RG, Stichler W, Pirke KM. Energy expenditure and everyday eating behavior in healthy young women. *Am J Clin Nutr.* 52(1):81-6, 1990.
28. Rankinen T, Bouchard C. Genetics of food intake and eating behavior phenotypes in humans. *Annu Rev Nutr.* 26:413-34, 2006.
29. Prentice AM. Starvation in humans: evolutionary background and contemporary implications. *Mech Ageing Dev.* 126(9):976-81, 2005.
30. Hanstein M. Fernando Botero. Taschen, GmbH, Cologne, 2004.
31. Pi-Sunyer FX. The obesity epidemic: pathophysiology and consequences of obesity. *Obes Res.* 10, 975-1045, 2002.
32. Warbrick-Smith J, Behmer ST, Lee KP, Raubenheimer D, Simpson SJ. Evolving resistance to obesity in an insect. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 19:103(38):14045-9, 2006.
33. Pasman WJ, Saris WH, Wauters MA, Westerterp-Plantenga MS. Effect of one week of fibre supplementation on hunger and satiety ratings and energy intake. *Appetite.* 29(1):77-87, 1997.
34. Weigle DS, Breen PA, Matthys CC, Callahan HS, Meeuws KE, Burden VR, Purnell JQ. A high-protein diet induces sustained reductions in appetite, ad libitum

- caloric intake, and body weight despite compensatory changes in diurnal plasma leptin and ghrelin concentrations. *Am J Clin Nutr.* 82(1):41-8, 2005.
35. Lejeune, MPGM, Kovacs, EMR Westerterp-Plantenga MS. Effect of capsaicin on substrate oxidation and weight maintenance after modest body weight loss in human subject. *Br J Nutr.* 90:651-59, 2003.
 36. Westerterp-Plantenga MS, Lejeune MPGM, Kovacs EMR. Body weight loss and weight maintenance in relation to habitual caffeine intake and green tea supplementation *Obes Res.* 13:1195-1204, 2005.
 37. Westerterp-Plantenga MS, Smeets A, Lejeune MPGM. Sensory and gastrointestinal satiety effects of capsaicin on food intake. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 29: 682-8, 2005.
 38. Diepvens K, Westerterp KR, Westerterp-Plantenga MS. Obesity and thermogenesis related to the consumption of caffeine, ephedrine, capsaicin and green tea. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2006.
 39. Westerterp-Plantenga MS , Diepvens K, Joosen AMCP, Bérubé-Parent S, Tremblay A. Metabolic effects of spices, teas, and caffeine. *Physiol Behav* 2006 Aug 30;89(1):85-91. 2006.
 40. Lejeune MPGM, Westerterp KR, Adam TC, Luscombe-Marsh ND, Westerterp-Plantenga MS. Ghrelin and glucagon-like peptide 1 concentrations, 24-h satiety, and energy and substrate metabolism during a high-protein diet and measured in a respiration chamber. *Am J Clin Nutr.* 83(1):89-94, 2006.
 41. Lejeune MPGM, Kovacs EMR, Westerterp-Plantenga MS. Additional protein intake limits weight regain after weight loss in humans. *Br J Nutr* 93:281-9, 2005.
 42. Westerterp-Plantenga MS, Luscombe-Marsh N, Lejeune MPGM, Diepvens K, Nieuwenhuizen A, Engelen MPKJ, Deutz NEP, Azzout-Marniche D, Tome D, Westerterp KR. Dietary protein, metabolism, and body-weight regulation: dose-response effects. *Int J Obes Metab Disord*, in press.
 43. Sjostrom L. Analysis of the XENDOS study (Xenical in the Prevention of Diabetes in Obese Subjects. *Endocr Pract.* 12 Suppl 1:31-3, 2006.
 44. van Gaal LF, Peiffer, F. New approaches for the management of patients with multiple cardiometabolic risk factors. *J Endocrinol Invest.* 29(3 Suppl):83-9, 2006.
 45. Zhang Y, Proenca R, Maffei M, Barone M, Leopold L, Friedman JM. Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature* 372:425-434, 1994.
 46. Westerterp-Plantenga MS, Saris WH, Hukshorn CJ, Campfield LA. Effects of weekly administration of pegylated recombinant human OB protein on appetite profile and energy metabolism in obese men. *Am J Clin Nutr.* 74(4):426-34, 2001.
 47. Vogels N, Westerterp-Plantenga MS. Categorical strategies based on subject characteristics of dietary restraint and physical activity, for weight maintenance. *Int J Obes* 29:849-57, 2005.
 48. Vogels N, Mariman ECM, Bouwman FG, Diepvens K, Westerterp-Plantenga MS. Relation of weight maintenance and dietary restraint to peroxisome proliferator-activated receptor gamma2, glucocorticoid receptor, and ciliary neurotrophic factor polymorphisms. *Am J Clin Nutr.* 82(4):740-6, 2005.

